

Matti Raittinen

HospiCasey: Langaton opastusjärjestelmä

Opinnäytetyö

Kevät 2011

Tekniikan yksikkö

Tietotekniikan koulutusohjelma

Sulautetut järjestelmät



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖN TIIVISTELMÄ

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Tietotekniikan koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Sulautetut järjestelmät

Tekijä: Matti Raittinen

Työn nimi: HospiCaseY: Langaton opastusjärjestelmä

Ohjaaja: Heikki Palomäki

Vuosi: 2011

Sivumäärä: 43

Liitteiden lukumäärä: 8

Tässä opinnäytetyössä oli tarkoituksena suunnitella ja rakentaa prototyyppi langattomasta opastusjärjestelmästä käyttäen RFID-tekniikkaa.

Järjestelmä tuli Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiriin käyttöön. Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri rakentaa yhdessä Seinäjoen kaupungin kanssa Y-taloa. Opinnäytetyö on osa HospicaseY-projektia, joka on Y-talon rakentamisen yhteydessä käynnistetty projekti, jossa tutkittiin käyttäjälähtöisesti nykyaikaisen sairaalan infrastruktuuria ja sen vaikutuksia käyttäjien tyytyväisyyteen.

Langaton opastusjärjestelmä koostuisi käyttäjän mukanaan kantamasta pienestä RFID-lähettimestä sekä opastuspisteistä, jossa olisi sekä nuoli- että tekstiopastus opastamaan kohti lähettimessä olevaa päämäärää. Opastuspisteet tulisivat sairaalan risteys- ja kääntöpaikoille.

Lopuksi järjestelmän toimintaa ja käyttäjien käyttökokemuksia kerättiin kyselykavakkeen avulla.

Työlle asetetut tavoitteet saavutettiin. Opastusjärjestelmä saatiin toimintakuntoon ja käyttäjien tyytyväisyyttä järjestelmään tutkittiin.

Asiasanat: opastus, RFID

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology
Degree programme: Information Technology
Specialisation: Embedded Systems

Author: Matti Raittinen

Title of the thesis: HospiCaseY: Wireless Guidance System

Supervisor: Heikki Palomäki

Year: 2011 Number of pages: 43 Number of appendices: 8

The purpose of this thesis was to design and build a prototype of the wireless guiding system by using RFID-technology.

The system came to the South Ostrobothnia Hospital District's use. The South Ostrobothnia Hospital District together with the city of Seinäjoki is building an extension the Y-house. This thesis is a part of HospicaseY-project, which started together with the construction of the Y-house. The project studied user-modern hospital infrastructures and its impact on user satisfaction.

The wireless guidance system was to be composed a small RFID transmitter carried by user and of guidance points, which included an arrow and a text guidance to guide towards the goal of the transmitter. The guidance points were meant for hospitals crossroads and turning points.

Finally, the operation of the system and users' experiences were collected with a questionnaire. The objectives of this work were accomplished. Guidance system was operational and user satisfaction with the system was studied.

Keywords: Guidance system, RFID

SISÄLLYS**TIIVISTELMÄ****ABSTRACT****SISÄLLYS****KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET****KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO**

1 JOHDANTO.....	10
1.1 Työn tausta.....	10
1.2 Työn tavoite.....	11
1.3 Opastusmenetelmät.....	11
1.4 Opastusjärjestelmän toimintaperiaate	12
1.5 Kohderyhmä.....	12
1.6 Työn rakenne	12
2 LANGATON TIEDONSIIRTO	14
2.1 Historia.....	14
2.2 Yleistä radioaalloista.....	14
3 RFID-TEKNIikka.....	17
3.1 Historia.....	17
3.2 RFID-tunnistetyypit	17
4 TYÖKALUT	19
4.1 Yleistä AVR:stä.....	19
4.1.1 ATmega32U4-mikro-ohjain	19
4.2 Radioliikennepiirit	21
4.2.1 NRF24L01-radiopiiri	21
4.2.2 NRF24LE1-radioprosessori.....	21
5 TOIMINTA	23
5.2 Opastusviestin rakenne.....	25
5.3 Lähettimen päämäärän asetusympäristö	26
5.3.1 Lähettimen päämäärän asetusohjelma	28
5.3.2 Lähettimen ohjelma	29
5.4 Opastuksen reitityspeeriaate	30
5.4 Opastuspisteen ohjelmointi	32

5.5 Lähettimen ohjelmointi	33
6 PROTOTYYPIN RAKENTAMINEN.....	35
6.1 Opastuspisteen piirilevyjen toteutus.....	35
6.1.1 Opastusnuolten rakentaminen.....	35
6.1.2 Emolevyn piirilevyn suunnittelu	36
6.2 Lähettimen suunnittelu	37
7 TULOKSET.....	40
7.1 Testauksen tulokset.....	41
7.2 Jatkokehitys	41
LÄHTEET.....	43
LIITTEET.....	44

KÄYTETYT TERMIT JA LYHENTEET

AD	Analogia-digitaali-muunnin.
RF	Radio Frequency. Radiotaajuus, jota käytetään ilmaise- maan langatonta tiedonsiirtoa.
RFID	Radio Frequency Identification eli radiotaajuinen etätun- nistus.
8051	Sulautetuissa järjestelmissä käytetty Intelin mikrokontrol- lerityyppi.
JTAG	Tietoliikenneväylä, jota käytetään erityisesti erilaisten pii- rien vianetsintään.
SDL	Järjestelmien määrittelyyn ja suunnitteluun tarkoitettu pro- tokolla.
SPI	Neljän signaalin muodostama sarjaliikenneväylä.
I2C	Sarjaliikenneväylä, joka tarvitsee toimiakseen vain kaksi signaalia.
VGA	Analogisen näytön näyttöstandardi

WDT Watch Dog Timer-ajastin, jolla yleensä estetään ohjelman jumitumisen.

(Nordic Semiconductor 2011b.)

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. Radioaallot (Sähkömagneettinen säteily 2011.)	15
Kuva 2. Atmega32u4-mikro-ohjain	20
Kuva 3. nRF24LE1-radioprosessori	22
Kuva 4. SDL- kaavio järjestelmästä	24
Kuva 5. Viestin rakenne	25
Kuva 6. Ohjelmointikortti	27
Kuva 7. Lähettimen päämäärän asetusohjelma.....	29
Kuva 8. Lähettimen tilat.....	30
Kuva 9. Reitityisperiaate	31
Kuva 10. Indeksien suunnat	34
Kuva 11. Opastusnuolten kytkentä	36
Kuva 12. Radiopiirimoduuli	38
Kuva 13. RFID-lähetin.....	38

1 JOHDANTO

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri aloitti toimintansa 1.1.1991. Sairaanhoitopiiriin kuuluu 20 Etelänpohjalaista kuntaa, joissa on asukkaita yhteensä lähes 200 000 (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2011.)

Seinäjoen keskussairaala ja Ähtärin sairaala kuuluvat Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiriin (Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri 2011).

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri rakentaa yhdessä Seinäjoen kaupungin kanssa uusia tiloja Seinäjoen keskussairaalan läheisyyteen. Sairaala-alueen viereen rakentuu vuosien välisenä 2009 - 2012 aikana Y-talo, joka on mittavin rakennusprojekti vuosikymmeniin. (Kiinteistö Oy Seinäjoen Y-talo 2011.)

Y-talon valmistuttua sinne tulee tiloja niin Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirille, Seinäjoen terveystieteiden keskukselle kuin Seinäjoen ammattikorkeakoululle. Merkittävimmän Y-talon toiminnoista muodostaa perusterveydenhuollon ja erikoissairaanhoidon yhteinen päivystyskeskus. (Kiinteistö Oy Seinäjoen Y-talo 2011.)

1.1 Työn tausta

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri on aloittanut Y-talon rakentamisen yhteydessä käyttäjälähtöinen Y-talo (HopsiCaseY) - hankkeen. Hanke aloitettiin keväällä 2009, joka kestää vuoden 2011 loppuun. Hanke on saanut rahoitusta Tekesiltä ja kuuluu sen Tila 2008 - 2011- ohjelmaan. Hankkeessa tutkittiin käyttäjälähtöisesti nykyaikaista sairaalainfrastruktuuria, joka vaikuttaa tulevien käyttäjien tyytyväisyyteen ja turvallisuuteen. Tällaisia järjestelmiä ovat mm. opasteet, potilasprosessit, valaistus, esteettömyys.

Tässä työssä keskitytään opasteiden käyttöön. Työssä suunnitellaan ja toteutetaan langaton opastusjärjestelmän prototyyppi Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin käyttöön.

Työssä rakennetaan prototyyppi langattomasta opastusjärjestelmästä, jollainen voitaisiin sitten toteuttaa Y-talo tiloihin kun se valmistuu. Järjestelmän toimivuutta testattaisiin vielä Seinäjoen keskussairaalan vanhoissa tiloissa.

Tällaisen opastusjärjestelmän käyttökohteet ovat monet. Järjestelmästä on apua sairaalan monimutkaisessa ja sokkeloisessa ympäristössä, auttaen niin työntekijöitä kuin sairaalan käyttäjiä. Vaikka työssä keskitytään pääosin järjestelmän toteutukseen, niin ovat sen vaikutukset sairaalan asiakastyytyvyyteen ja turvallisuuden merkittävät. Hektisessä sairaalaympäristössä ei aina riitä aikaa sairaalan käyttäjien opastukseen, joten tällaiselle järjestelmälle on tilausta. Järjestelmä antaa mahdollisuuden ratkaista tämän ongelman, käyttäen hyväksi RFID tekniikkaa.

1.2 Työn tavoite

Tässä opinnäytetyössä tavoitteena on suunnitella ja toteuttaa langaton opastusjärjestelmä, jossa opastusmerkkien avulla voidaan liikkua sairaalan tiloissa haluttuun paikkaan.

Työn tavoitteena on myös tutkia tällaisen järjestelmän toimintaa käyttäjän näkökulmasta. Eli tavoitteena on tutkia kuinka esimerkiksi eri ikäryhmien edustajat ottavat vastaan tällaisen järjestelmän. Täten opastusjärjestelmän tulisi olla toimiva ja mahdollisimman yksinkertainen käyttää.

1.3 Opastusmenetelmät

Sairaalassa on käytössä opastusmenetelmänä kiinteät ”ei sähköiset” opasteet, joissa lukee nuoliopastein osastojen nimet. Nämä eivät kuitenkaan kerro, kuinka pitkään sairaalan käyttäjän on sairaalan käytävää edettävä. Usein käyttäjä kääntyykin takaisinpäin kysymään neuvoa neuvonnasta. Tähän ongelmaan sairaalan henkilökunta haluaisi ratkaisun. Langattomalla opastusjärjestelmällä saataisiin tämä ongelma ratkaistua, laittamalla kuljettava matka metreinä opasteviesteihin. Samalla tämä helpottaa neuvonnan työtaakkaa.

1.4 Opastusjärjestelmän toimintaperiaate

Tässä projektissa on tavoitteena saada aikaan toimiva langaton opastusjärjestelmä, jonka toimintaperiaate voisi olla seuraavanlainen:

Esimerkiksi opastusta tarvitseva henkilö saa neuvonnasta tai naulakkojen luota opastusavaimen, jonka avulla henkilö voi kulkea sairaalassa. Opastusavain olisi radiotaajuuksilla toimiva ”nappi”, jonne tallennetaan nimi ja päämäärätieto. Rakennuksen risteys- ja kääntöpaikoissa olisi suuri opastuspistenäyttö, joka opastaa kuljijaa. Kun kuljija lähestyy näyttöä opastusavaimen kanssa, tulisi näytölle opastusteksti. Esimerkiksi ”21, kävele 25 m suoraan ja sitten oikealle”, jossa 21 olisi opastettavalle annettava numero, josta hän voi lukea hänelle tarkoitetut viestit.

1.5 Kohderyhmä

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiriin käyttäisi edellä mainittua langatonta opastusjärjestelmää sekä asiakkaiden että sairaalan työntekijöiden opastukseen. Järjestelmän avulla voitaisiin opastaa vierailijoita oikeaan huoneeseen tai käyttää sitä, esimerkiksi dementiaa sairastavien potilaiden hoidossa. Dementiaa sairastava potilas voi unohtaa asioita, jotka juuri tapahtuivat. Tällöin dementiaa sairastavien avuksi tulisi opastuspisteitä, joiden avulla potilas muistaisi, esimerkiksi oman huoneensa sijainnin.

Järjestelmällä olisi myös käyttöä uusien työntekijöiden opastamiseen. Mikä helpotaisi muiden työntekijöiden taakkaa, kun pelkän ”nappin” avulla uusi työntekijä voisi tutustua sairaalaan.

1.6 Työn rakenne

Työ koostuu ensin teoreettisesta osasta, jossa käsitellään perustietoa langattomasta tiedonsiirrosta ja RFID- tekniikasta sekä esitellään käytettäviä työkaluja.

Sitten käsitellään opastusjärjestelmän toteutusta ja prototyypin valmistusta. Lopuksi analysoidaan tuloksia ja pohditaan järjestelmän tulevaisuuden näkymiä.

2 LANGATON TIEDONSIIRTO

Seuraavassa luvussa esitellään, joitain perusasioita langattomasta tiedonsiirrosta, jota käytetään opinnäytetyössä.

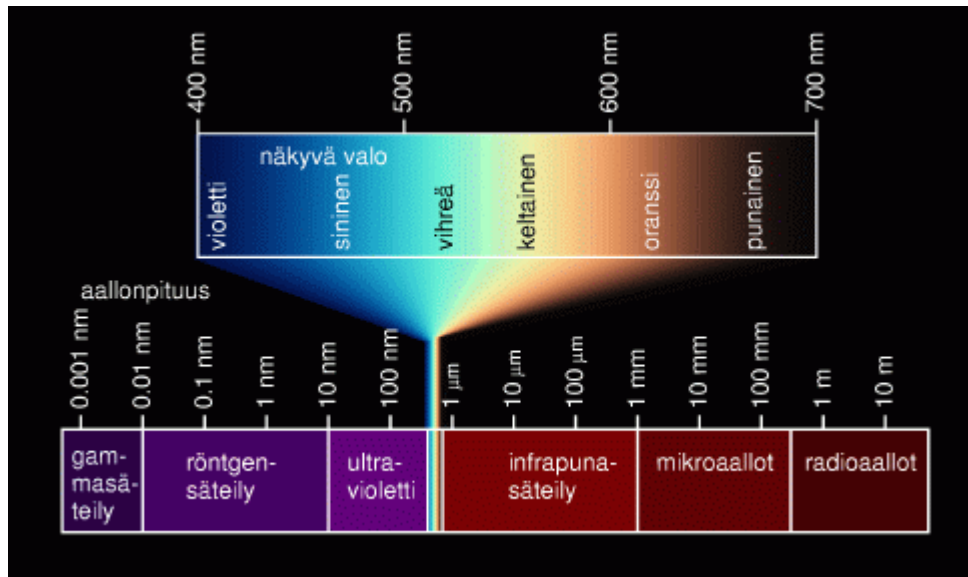
2.1 Historia

Langattomaksi tiedonsiirroksi voidaan periaatteessa sanoa, mitä tahansa tietoa välittävää toimenpidettä, jossa tietoa siirtyy paikasta A paikkaan B ilman fyysistä kontaktia. Täten langattoman tiedonsiirron historia alkaa jo esihistorialliselta kaudelta, jolloin välimatkojen ja olemattomien teiden vuoksi viestejä välitettiin tulen, savun ja peilien avulla. (Pitkänen 2009, 3.)

Varsinaisen langattoman tiedonsiirron (jossa käytetään radiotaajuuksia) syntyyn ovat vaikuttaneet suuresti 1800-luvulla eläneet tiedemiehet. Alkujaan sähkömagneettisen aaltoliikkeen teorian esitti matemaattisesti vuonna 1873 James Clerk Maxwell (1831–1879), josta todisteeksi on jäänyt Maxwellin yhtälöt. Maxwellin yhtälöiden avulla kuvataan sähköisten ja magneettisten kenttien käyttäytymistä. Heinrich Hertz oli ensimmäinen, joka havainnollisti sähkömagneettisen säteilyn. Hertz rakensi laitteen, joka tuotti radioaaltoja. Hertz ei kuitenkaan ymmärtänyt mitä hyötyä siitä oli. Näin Hertz kuitenkin todisti, että energiaa voitiin siirtää langattomasti lähettimestä vastaanottimeen. Värähtelyn mittayksikkö Hz on saanut nimensä Hertziltä. (Granlund 2001, 4.)

2.2 Yleistä radioaalloista

Sähkömagneettisia aaltoja on pystytty havaitsemaan $0,001 - 10^{24}$ Hz:n taajuusalueella. Aallot jaetaan aallonpituuden mukaan seitsemään pääryhmään syntytapansa perusteella. Ryhmät ovat radioaallot, mikroaallot, infrapuna-aallot, näkyvä valo, ultraviolettisäteily, röntgensäteily ja gammasäteily. (Sähkömagneettinen säteily 2011.)



Kuva 1. Radioaallot (Sähkömagneettinen säteily 2011.)

Radioaaltoja tuotetaan antenneilla, jolloin antennien mekaaniset mitat vaikuttavat lähetettävään ja vastaanotettavaan taajuuteen. Tyypillisesti antennit sovitetaan aallonpituuden osien mukaisesti. (Puska 2005, 60.)

Radioaaltojen yhtenä ominaisuutena on vaimeneminen, attenuation, jossa signaalin sisältämä teho pienenee. Vapaantilan vaimeneminen (ei muuta kuin ilmaa välissä) voidaan laskea helposti kaavalla. (Juutilainen 2007, 23.)

$$N = 10 \log \left(\frac{4\pi * d}{\lambda} \right)^2, d = \text{etäisyys}(m), \lambda = \text{aallonpituus}(m)$$

Radioaallot soveltuvat parhaiten langattomaan tiedonsiirtoon sähkömagneettisen aaltoliikkeen olomuodoista. Nykyaikaisessa langattomassa tiedonsiirrossa on kuitenkin sovellettu radioaaltojen lisäksi myös mikroaaltoja ja infrapuna-aaltoja. (Sähkömagneettinen säteily 2011.)

Infrapuna-aaltoja käytetään langattomassa tiedonsiirrossa lähietäisyydellä. Infrapuna-aallon pituusalue on n. 1 mm...700 nm. Ainoa haittapuoli infrapuna-aaltojen käytössä langattomassa tiedonsiirrossa on sen tarvitsema esteetön näköyhteys

lähettimen ja vastaanottimen välillä. Eniten käytetty sovellus infrapuna-aallolle onkin television kaukosäädin. (Sähkömagneettinen säteily 2011.)

Mikroaallot ovat sähkömagneettisen spektrin taajuuksia väliltä n. 1–40 GHz. Mikroaallot käytetään niin ikään langattomassa tiedonsiirrossa. Mikroaallot tarjoavat suuremman tiedonsiirtokapasiteetin, mitä suurimmille taajuuksille mennään. (Pitkänen 2009, 8.)

Sähkömagneettisen spektriin lisäksi radioaallot on jaettu alueisiin taajuuskaistan mukaan. Käytäntö on ollut jakaa taajuuskaistat taulukossa 1 olevan nimitysten mukaisesti.

Taulukko 1. Radioaaltojen taajuuskaistat (Korpela 2006.)

<u>Taajuus</u>	<u>Aallonpituus</u>	<u>Nimitys</u>
3 kHz-30 kHz	100km-10 km	VLF, Very Low Frequency
30 kHz-300kHz	10km-1km	LF, LOW Frequency
300 kHz-3000 kHz	1km-100m	MF, Medium Frequency
3000kHz-30 MHz	100m-10m	HF, High Frequency
30 MHz-300MHz	10m-1m	VHF, Very High Frequency
300MHz-3000MHz	1m-10cm	UHF, Ultra High Frequency
3000MHz-30GHz	10 cm-10mm	SHF, Super High Frequency
30 GHz-300GHz	10mm-1mm	EHF, Extra High Frequency

3 RFID-TEKNIikka

Tässä kappaleessa tutustutaan syvemmin RFID -tekniikkaa, johon langaton opastusjärjestelmä perustuu. RFID-tekniikka on yksi nopeasti kehittyvistä tekniikoista, josta on kaavailtu magneettinauhujen, älykorttien ja viivakoodien syrjäyttäjää. RFID-lyhenne tulee englannin kielen sanoista Radio Frequency Identification eli radiotaajuinen etätunnistus. Radiotaajuinen etätunniste liitetään tuotteeseen tai ihmiseen tunnistamistarkoituksessa. Jokainen tunniste on yksilöllinen ja uudelleen ohjelmoitavissa. Tunniste voi sisältää tietoa tuotteesta itsestään, valmistusprosessista, ajankohdasta yms. (RFIDLab Finland Oy 2011.)

3.1 Historia

RFID -teknologian historian alkumetrit liittyvät olennaisesti tutkan keksimiseen vuonna 1935. Toisen maailmansodan aikoihin RFID-tunnistusta käytettiin omien lentokoneiden tunnistamiseen, joka oli myös ensimmäinen RFID-järjestelmä maailmassa. Ensimmäiset kaupalliset RFID-sovellukset ilmestyivät 1980-luvulla ja samoihin aikoihin RFID-tunnistusta alettiin käyttää mm. vähittäiskauppojen tavaroiden varastoinnissa. Nykyään RFID-tunnistusta käytetään hyvin erilaisissa sovelluskohteissa. RFID-sovelluksia on ollut markkinoilla jo pitkään monenlaisissa sovelluskohteissa, ja ne jatkavat yleistymistään edelleen laitteiden hintojen laskiessa. (RFIDLab Finland Oy 2011.)

3.2 RFID-tunnistetyypit

RFID-tunnisteet voidaan jakaa aktiivisiin ja passiivisiin sen mukaan tarvitseeko RFID-tunniste virtalähteen. Passiivinen RFID-tunniste on yleisin etätunnistus, eikä se tarvitse erillistä virtalähdettä, jolloin se on halpa ja helppo toteuttaa. Passiivisessa RFID-tunnisteessa on nähtävissä yleensä kuparisia silmukoita, jotka muodostavat käämin ja toimivat tunnisteen "antennina". Samoin lukijassa on vastaavanlainen silmukka. Tässä tapauksessa antenni on hieman harhaanjohtava sana,

koska tunniste ja lukija eivät varsinaisesti välitä radioaaltoja keskenään, vaan keskustelevat moduloimalla oskilloivaa magneettikenttää (RFIDLab Finland Oy 2011.)

Aktiivitunnisteissa tunniste sisältää oman pariston, ja silloin tunniste ja lukija keskustelevat kuin kaksi radiota, matkapuhelinta keskenään. Tässä opinnäytetyössä käytetään RFID- lähettimessä aktiivisia RFID- tunnisteita (RFIDLab Finland Oy 2011.)

4 TYÖKALUT

Seuraavissa kappaleissa tutustutaan projektissa käytettäviin työkaluihin ja samalla, kerrotaan miksi näihin valintoihin päädyttiin. Aivan ensiksi kuitenkin kerrotaan lyhyesti yleistä tietoa prosessoriperheestä nimeltä AVR.

4.1 Yleistä AVR:stä

Alun perin kahden norjalaisopiskelijan kehittämä RISC -pohjainen mikro-ohjainperhe AVR, jonka nykyinen valmistaja Atmel otti jatkokehitykseen toistakymmentä vuotta sitten, on kaikkein yleisin mikro-ohjain pienissä kahdeksanbittisissä sulautetuissa järjestelmissä. Sille on siten myös eniten ulkopuolisten yritysten tarjoamia ohjelmointi- ja testaustyökaluja. Myös Internetistä on saatavilla eniten tukea ja tietoa juuri tälle ohjainperheelle. AVR jaetaan ryhmiin ATMEGA, TINY ja AT90 niiden sisältämien ominaisuuksien mukaisesti. (EngineersGarage 2011.)

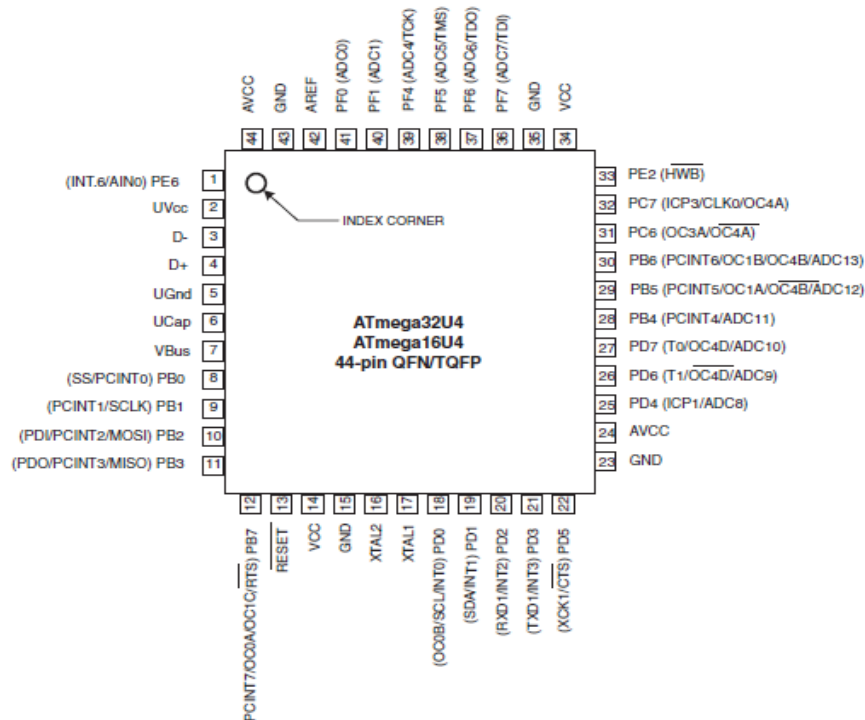
4.1.1 ATmega32U4-mikro-ohjain

Työkalujen valinnassa keskityttiin valitsemaan ensisijaisesti projektiin sopiva mikro-ohjain piiri, jota käytettäisiin opastuspisteiden moottorina näyttämään nuolien suunnat ja opastusviestit oikealla hetkellä.

Projektissa päädyttiin lopulta käyttämään ATmega32U4-mikro-ohjainta, vaikka muitakin vaihtoehtoja oli. Ohjaimen valinnassa suurin kriteeri oli, että ATmega32U4-mikro-ohjainta käytetään Seinäjoen ammattikorkeakoulun uusissa opetuskorteissa, joten näin niiden saatavuus ja käyttöönotto oli merkittävästi helpompaa kuin muilla mikro-ohjainpiireillä. ATmega32U4 oli myös ominaisuuksiltaan juuri sopiva tämänkaltaisen ja kokoisen projektin toteuttamiseen.

ATmega32U4 muistuttaa suurelta osin edeltäjäänsä ATmega32:ta, jota on käytetty ahkerasti koulussa eri ohjelmointitunneilla. Suurin ero ATmega32:n on se että mik-

ro-ohjain piiri sisältää USB – liitännän, mikä tekee siitä todella erinomaisen mikro-ohjaimen. USB – liitännän kautta piirin ohjelman päivitys on helppoa ja vaivatonta. USB – liitäntä mahdollistaa myös sen, että liitäntää voidaan käyttää hyväksi monissa sovelluskohteissa, kuten esimerkiksi tietokoneen USB- sarjaliikenne muuntimena. Mikro-ohjain sisältää hyvin paljon ominaisuuksia, joten päädyin listaamaan muita tärkeiksi kokemiani ominaisuuksia. (Atmel Corporation 2009.)



Kuva 2. Atmega32u4-mikro-ohjain

Atmega32u4-ohjaimen tärkeimmät ominaisuudet:

- 8-bittinen RISC-prosessori, kellotaajuus MAX 16 Mhz
- 32 kB FLASH-ohjelmamuisti
- 2.5K + 832 SRAM-datamuisti, laajennettavissa
- 1 kb EEPROM-muisti (ikimuisti)
- 2 kpl 8-bittisiä I/O-portteja + yksi 6 bittinen I/O-portti + yksi 2 bittinen I/O-portti
- 1 kpl 8-bittinen Timer/Counter+ 1 kpl 10-bittinen Timer/Counter
- 2 kpl 16-bittinen Timer/Counter
- RTC, Real Time Clock
- JTAG-testiliitäntä

- I2C-väylä
- analogia-komparaattori
- WDT-valvontapiiri, Watch Dog Timer
- 12-kanavainen, 10-bittinen AD-muunnin
- 13 kpl ulkoinen keskeytys

(Atmel Corporation 2009.)

4.2 Radioliikennepiirit

Tämän jälkeen valittiin radioliikennepiirit toteuttamaan RFID - tunnistusta. Koska projektissa tarvittiin kaksi radiolähetintä niin vastaanotto kuin lähetys puolelle, oli järkevää valita niin opastuspisteelle kuin lähettimeenkin omaan tarkoitukseen so-
piva radiopiiri.

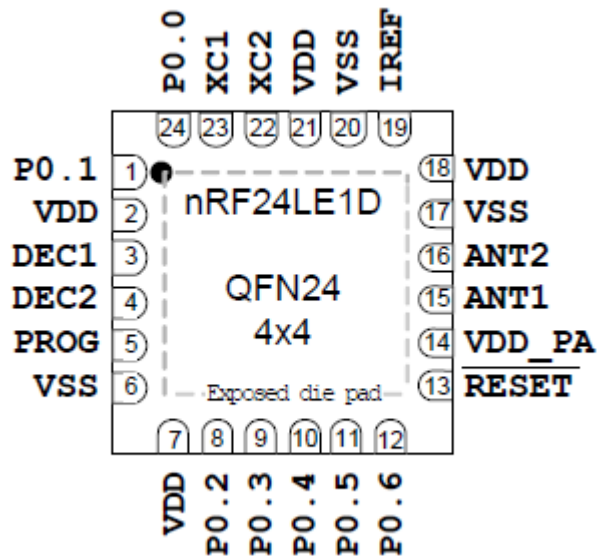
4.2.1 NRF24L01-radiopiiri

NRF24L01 on yksi Nordic Semiconductorsin radiopiireistä, jota käytetään monissa erilaisissa langattomissa sovelluksissa mm. leluissa, kauko-ohjaimissa ja aktiivi-
sissa RFID-sovelluksissa. NRF24L01 on erinomainen langaton ratkaisu pieniko-
koisiin, halpoihin ja pienivirtaisiin sovelluksiin. Piiri käyttää liikennöintiin lisenssiva-
paata 2,4 GHz:n taajuutta. NRF24L01-piiri kommunikoi SPI -väylää käyttäen esi-
merkiksi mikro-ohjaimen kanssa. (Nordic Semiconductor 2011a.)

4.2.2 NRF24LE1-radioprosessori

NRF24LE1 on Nordic Semiconductorsin radioprosessori. NRF24LE1 sisältää omi-
naisuuksiltaan nRF24L01:stä vastaavan radiopiirin. NRF24LE1-piiri on todella
erinomainen, sillä piiri sisältää itsessään Intelin 8051-pohjaisen mikroprosessorin.
Tällöin erilliskomponenttien määrä saadaan minimoitua, koska yhdellä piirillä on
sekä mikroprosessori että radiopiiri. Mikroprosessori kommunikoi radiopiirin kans-

sa piirin sisäistä SPI- väylää käyttäen. Muita prosessorin ominaisuuksia on enemmän alla olevassa listassa. (Nordic Semiconductor 2011b.)



Kuva 3. nRF24LE1-radioprosessori

nRF24LE1-ohjaimen tärkeimmät ominaisuudet:

- 8-bittinen 8051 yhteensopiva mikroprosessori, kellotaajuus MAX 16 Mhz
- 16 kB FLASH-ohjelmamuisti
- 1 kB SRAM-datamuisti
- 1 kpl 7-bittinen I/O-portti
- RFID-radiopiiri, max. tiedonsiirtonopeus 2Mbit/s
- 3 kpl 16-bittinen Timer/Counter
- RTC, Real Time Clock
- RS232-väylä
- I2C-väylä
- SPI-väylä
- analogia-komparaattori
- WDT-valvontapiiri, Watch Dog Timer
- 14-kanavainen, max.12-bittinen Analogia-digitaali-muunnin

(Nordic Semiconductors 2011b.)

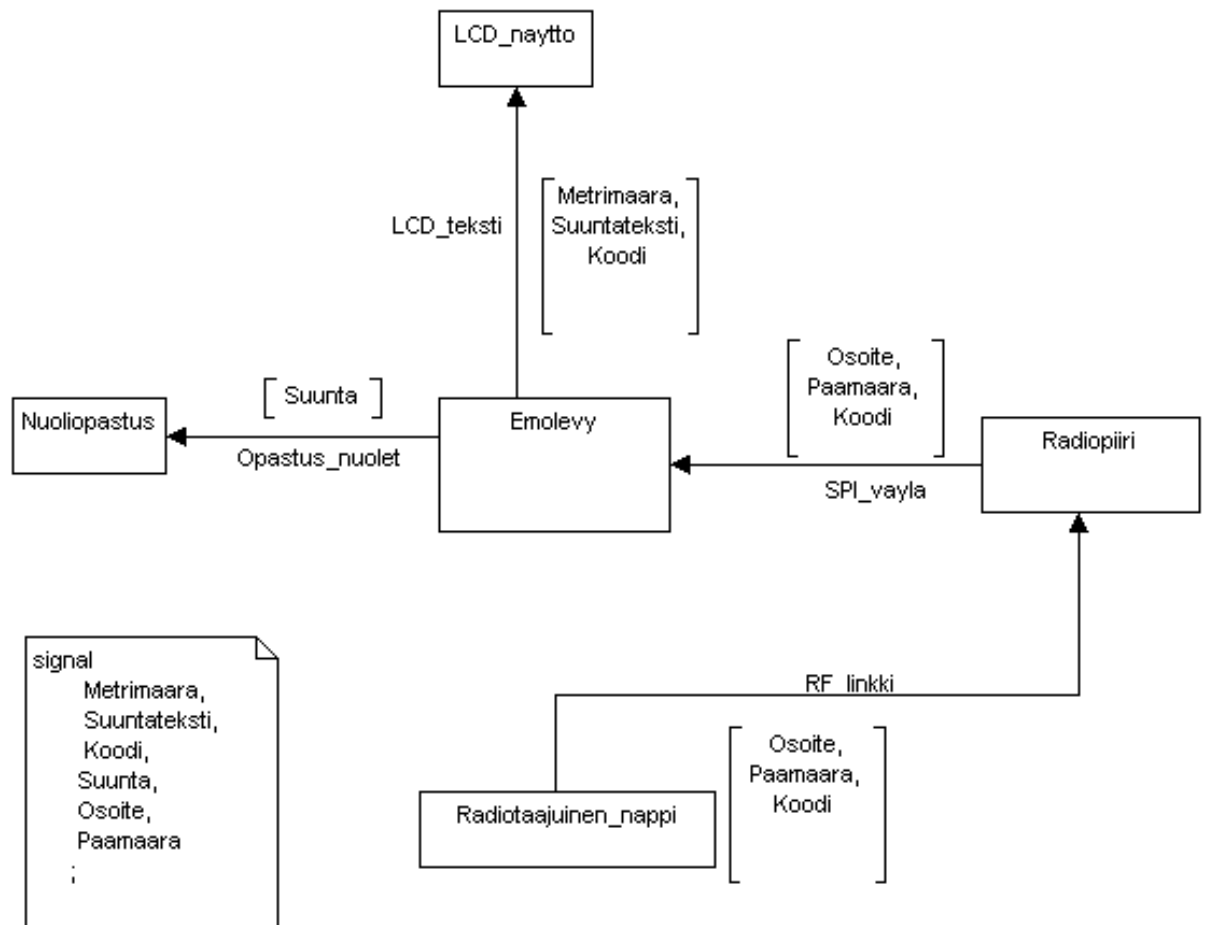
5 TOIMINTA

Seuraavassa luvussa tutustutaan tarkemmin langattoman opastusjärjestelmän toimintaa sekä toteutustapaan, jolla opinnäytetyössä tehtävä langattoman opastusjärjestelmän prototyyppi on rakennettu.

Järjestelmää rakennettaessa ja suunniteltaessa tuli monenlaisia ehdotuksia, millainen järjestelmästä pitäisi tulla ja erityisesti miten opastuspisteet tulisi toteuttaa.

Ehdotuksina olisi ollut isomman näytön käyttö opastuspisteenä. Esimerkiksi ison VGA-näytön ohjaaminen ei kuitenkaan olisi ollut mikään yksikertainen operaatio. VGA-näytön ohjaus olisi tarvinnut FPGA-piirin käyttämistä näytön ohjaamiseen, sillä 8-bittisellä mikro-ohjaimella toteuttaessa, olisi mikro-ohjaimen prosessorista loppunut laskentateho. Eikä suoraan pelkällä mikro-ohjaimella olisi päästy kuin pieniin resoluutioihin. μ VGA-Picaso-moduulin käyttö VGA-näytön ohjaamiseen olisi ollut yksi vaihtoehto (μ VGA-Picaso-moduuli sisältää FPGA-piirin). Lopulta kuitenkin päätettiin pysyä alkuperäisessä suunnitelmassa, koska alfanumeeriset LCD-näytöt ehdittiin jo hankkia. Isomman näytön käyttö olisi myös tuonut ongelmia opastuspisteiden sijoitteluun sekä kiinnittämiseen. Myös projektin työmäärän minimoimiseksi pienemmän näytön käyttö oli oikea ratkaisu.

Peruseriaatteelta langaton opastusjärjestelmä koostuu opastusnuolista, tarkemmasta opastuksesta alfanumeerisessa LCD -näytöllä sekä radiotaajuuksilla toimivasta lähettimestä. Kuvassa on järjestelmän SDL- kaavio.



Kuva 4. SDL- kaavio järjestelmästä

Järjestelmän sydän on emolevy, joka sisältää Atmelin ATmega32u4-mikro-ohjaimen. Emolevystä on liitännät opastusnuolille, LCD -näytölle kuin radiopirille. Radiopiiri, joka on kytketty emolevyyn, on tässä tapauksessa Nordic Semiconductorsin nRF24L01-radiopiiri. Se kommunikoi emolevyn mikro-ohjaimen kanssa sarjamuotoista SPI-väylää käyttäen.

Radiotaajuinen RFID-lähetin on toteutettu käyttäen Nordic Semiconductorsin nRF24LE1-radioprosessoria. Tämä radiolähetin lähettää emolevyyn liitetyn radiopiirin kautta tietoa opastuspisteen mikro-ohjaimelle.

Langattoman opastusjärjestelmän toiminta perustuu siihen, että radiotaajuinen RFID-lähetin lähettää noin sekunnin välein tietoa opastuspisteelle. Tässä tapauksessa tietona on kulkijan koodi ja päämäärätieto. Päämäärätieto on koordinaatteina opastettavan haluama kohde sairaalassa.

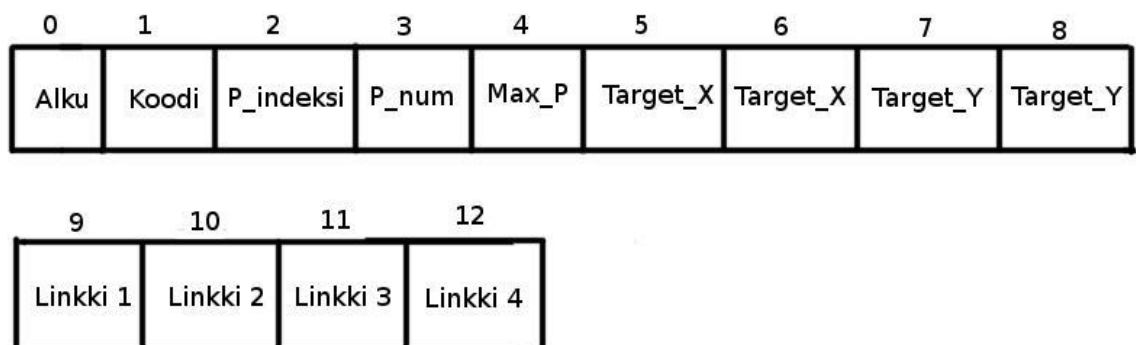
Opastettavan saapuessa opastuspisteen läheisyyteen opastuspiste neuvoo kulki-
jaa seuraavalle pisteelle. Opastuksessa neuvotaan kulkusuunta ja kuljettavan
matkan pituus seuraavalle opastuspisteelle.

Kun kulkija jatkaa matkaa opastuspisteiden ohjeiden mukaisesti, saapuu hän lo-
pulta päätepisteeseen. Päätepisteitä voi olla useampiakin, jolloin kulkijaa neuvo-
taan päätepisteeltä toiselle.

5.2 Opastusviestin rakenne

Järjestelmän toiminnan kannalta tärkeä asia on, millainen opastusviestin rakenne
olisi. Järjestelmän toteutuksen helpottamiseksi, niin ohjelmoitaessa kuin lähetettä-
essä opastusviestin rakenne täytyisi olla samanlainen.

Suunnittelun jälkeen paras vaihtoehto opastusviestin rakenteeksi tuli seuraavan-
lainen versio: Järjestelmä on toteutettu siten, että esimerkiksi radiotaajuinen RFID-
lähetin lähettää kolmestatoista 8-bitin merkkistä koostuvaa opastusviestiä. Viestin
rakenne näkyy kuvasta 5:



Kuva 5. Viestin rakenne

Jokaisen viestin alussa on aina tyhjä merkki. Tämän jälkeen alkaa itse opastus-
viesti. Opastusviestin alkaa kulkijan koodilla. Koodista käy ilmi myös lähettimen
osoite, sillä se on aina sama kuin käyttäjän koodi. Seuraavaksi tulevat kohdepis-

teen indeksi sekä pisteen numero. Kohdepisteen indeksi kertoo, kuinka monennettä pistettä ollaan opastamassa. Pisteen numero taas sisältää tiedon, onko päätepisteenä jokin opastuspisteistä vai ns. välipiste opastuspisteiden väliltä. Max_P kertoo opastettavien pisteiden maksimimäärän.

Itse opastuspäämäärän koordinaatit annetaan kahdessa merkissä, koska 8-bittisen luvun maksimi luku on vain 255. Täten X- ja Y-koordinaattien arvot esitetään 16 bittisenä lukuna, jonka maksimiarvo huomattavasti suurempi kuin 8-bittisen luvun.

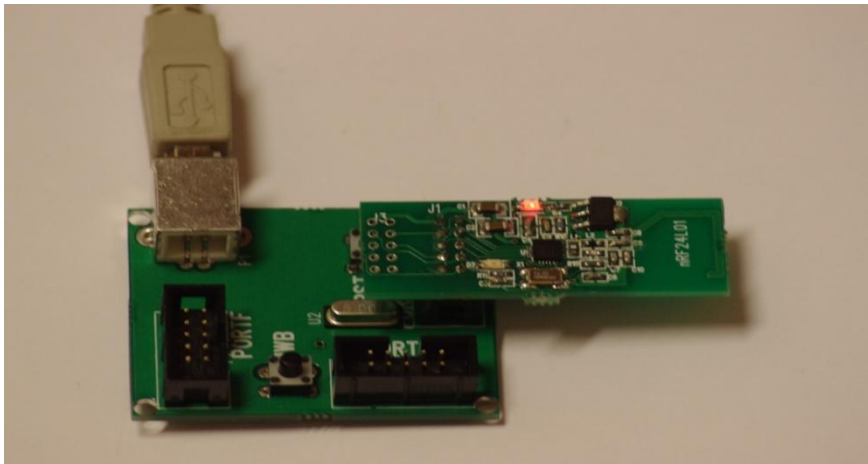
Lopuksi opastusviesti sisältää neljällä 8-bittisellä merkillä päämääräpaikan yhteydet seuraaviin opastuspisteisiin, seuraavan kaavan mukaisesti:

- Linkki 1 on päämäärästä ylöspäin sijaitsevan opastuspisteen numero.
- Linkki 2 on päämäärästä oikealle sijaitsevan opastuspisteen numero.
- Linkki 3 on päämäärästä alaspäin sijaitsevan opastuspisteeseen numero.
- Linkki 4 on päämäärästä vasemmalle sijaitsevan opastuspisteeseen numero.

5.3 Lähettimen päämäärän asetusympäristö

Jotta opastusjärjestelmä toimisi, on radiotaajuuksilla toimivaan lähettimeen ensin asetettava opastettavan haluama päämäärä sekä koodi, jolla opastettava tunnistaa juuri hänelle tulevat opastusviestit. Koodi on pieni numero, jonka käyttäjä helposti muistaa.

Lähettimelle asetetaan päämääräpaikka käyttäen Atmelin Atmega32u4-ohjelmointikorttia, johon on kytketty nRF24L01-radiopiirimoduuli. Ohjelmointikortti liitetään PC-tietokoneeseen USB -liittimen avulla.



Kuva 6. Ohjelmointikortti

Lähettimen päämäärän asetusympäristö on toteutettu siten, että ohjelmointikortin mikro-ohjain näkyy tietokoneelle HID (Human Interface Device)-laitteena. Tunnetuimpia HID-laitteita tietokone maailmassa ovat tietokoneen mm. USB-hiiret ja -näppäimistöt. Etuna HID-laitteessa on se että käyttöjärjestelmä löytää ajurit helposti, jolloin vältetään laitteen ajuriongelmit.

Ohjelmointikortin eli mikro-ohjaimen ohjelmassa on käytetty hyväksi LUFA (Light-weight USB Framework) – projektia ja sen yhtä demo-ohjelmaa. LUFA-projektin kaikki demot ovat ilmaisia jopa kaupallisiin tarkoituksiin. Mikro-ohjaimen ohjelmassa käytettiin ensisijaisesti projektin Genenic HID Device – demoa, jolla ohjelmointikortti saadaan toimimaan HID laitteena. Jotta kyseinen demo toimisi, tarvitsee se mikro-ohjaimen alkulatausohjelman eli bootloaderin vaihtamista LUFA-versioon Atmelin omasta.

Lähettimen päämääräpaikan asetukseen tarkoitettu PC-ohjelma on toteutettu C#-ohjelmointikielellä. Ohjelmassa on graafinen käyttöliittymä, josta helposti saadaan asetettua tarvittavat tiedot lähettimelle. Ohjelma kommunikoi HID -laitteen kanssa Atmelin oman AtUsbHid.dll-kirjaston avulla. Kommunikointi kirjaston avulla oli todella helppo toteuttaa, sillä tarvitsee vain tietää HID -laitteen VID (Vendor ID)- ja PID(Product ID)-arvot, jolla tietokone tunnistaa USB-laitteet toisistaan, nämä arvot ohjelma tarkastaa käynnistysvaiheessa.

5.3.1 Lähettimen päämäärän asetusohjelma

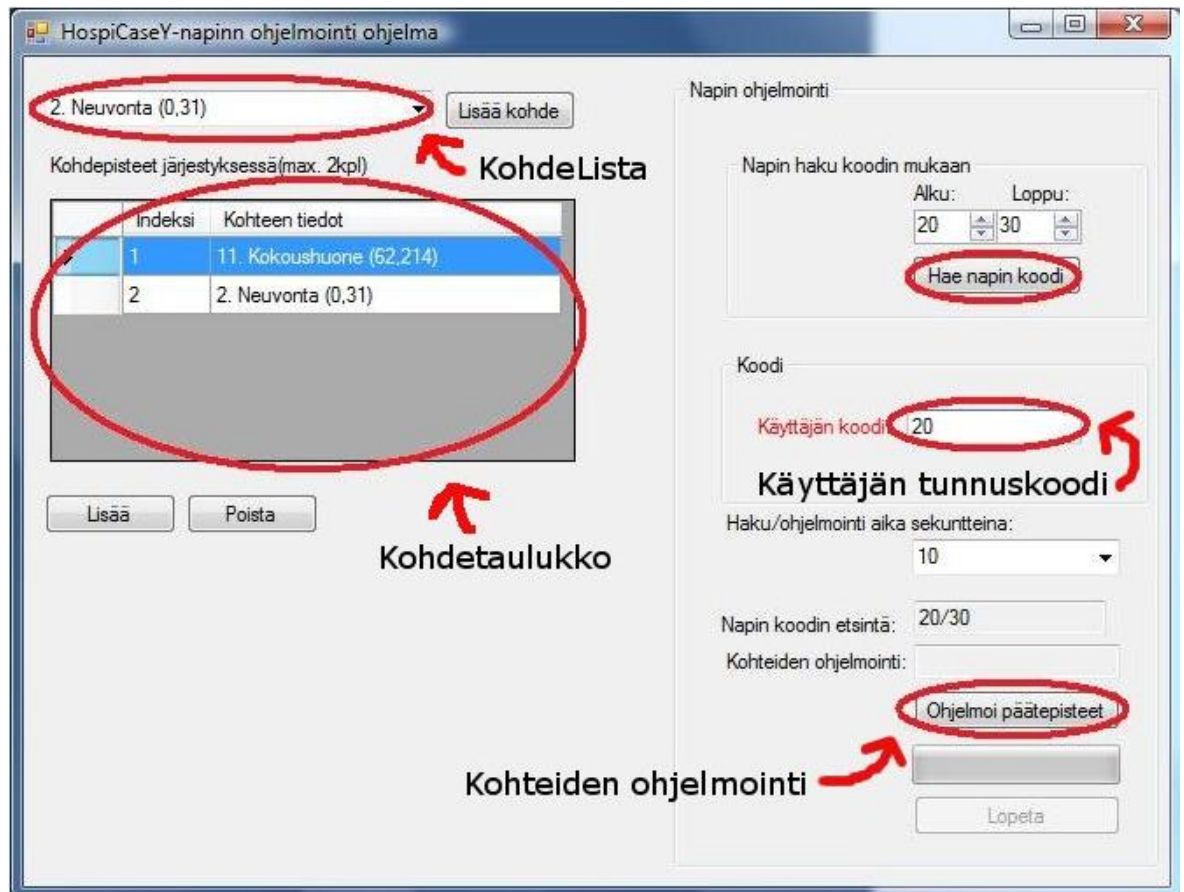
Lähettimen päämäärän asetusohjelma on toteutettu C#- ohjelmointikielellä ja siitä on kuva 7.

Lähettimen päämäärän asetusohjelmassa voidaan aivan ensiksi hakea radiolähettimen osoite/koodi. Jokaisella radiolähettimellä täytyy olla osoite, jonka kautta opastuspiste tietää miltä lähettimeltä viesti on tullut. Käyttäjälle tarkoitetuksi koodiksi on laitettu sama numero kuin radiolähettimen osoite.

Lähettimen osoite haetaan alku- ja loppuvalikon osoitteiden välisistä osoitteista. Ohjelma hakee kutakin osoitetta tietyn ajan (valinnan mukaisesti). Kun osoite löytyi, ohjelma lopettaa muiden osoitteiden hakemisen. Osoitetta ei kuitenkaan ole pakko hakea, jos tietää kyseisen lähettimen osoitteen. Osoite on kirjoitettu myös lähettimen kylkeen, joten sitä ei tarvitse erityisesti muistella.

Itse opastuksen kohdepäämääräksi voidaan valita kaksi kohdetta. Päämäärät lisätään kohdetaulukkoon valitsemalla sopiva kohde kohdelistasta ja painamalla ”Lisää”-nappia. Kohdelistaan voidaan myös lisätä omia pisteitä ”Lisää kohde”-nappia painamalla. Ohjelmaan avautuu tällöin kartta sairaalasta. Oma kohdepiste haetaan kartasta hiiren avulla. Kartassa oleva pallo liikkuu vain pysty- ja vaakatasossa. Suuntaa vaihdetaan hiiren oikeanpuolimaista nappia painamalla. Keskimmäistä nappia painettaessa kohdepallo muuttuu rastiksi, jolloin päämäärä on lukittu. Lukitun pisteen ei tarvitse olla opastuspisteen kohdalla, vaan niin sanotut välipisteetkin kelpaavat. Omia pisteitä voi olla järjestelmässä maksimissaan kolme. Tämän jälkeen kohteelle pitää vielä antaa nimi. Lisäyksen jälkeen kohde näkyy kohdelistassa, josta se voidaan lisätä kohdetaulukkoon.

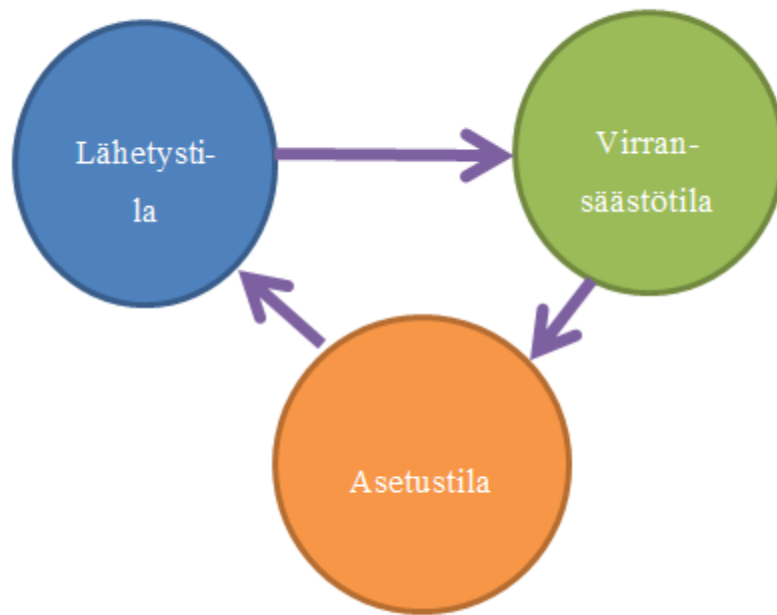
Kun kohdetaulukko on valmis, ja käyttäjän tunnuskoodi on laitettu, voidaan kohteen päämäärät asettaa lähettimeen ”Ohjelmoi päätepisteet”-nappia painamalla. Ohjelma asettaa kutakin päätepidettä taas tietyn ajan ja kertoo, jos jotain on mennyt vikaan.



Kuva 7. Lähettimen päämäärän asetusohjelma

5.3.2 Lähettimen ohjelma

Jotta lähetin ottaisi päämäärän asetusympäristöltä tulevat pisteet vastaan, täytyy RFID- lähettimen ensin oltava ns. asetustilassa. Asetustilassa lähetin tallentaa päämäärän asetusympäristöltä tulevat päämäärätiedot prosessorin muistiin. Lähetin toimii kolmessa toimintatilassa, jota kuva 8.



Kuva 8. Lähettimen tilat

Kuvan 8 kaaviossa lähetin on ensin virransäästötilassa, jota käytetään silloin kun lähetintä ei käytetä. Tilaa vaihdetaan pitämällä lähettimessä olevaa nappia kymmenen sekuntia pohjassa. Lähetin vaihtaa tilaansa kaavion mukaisesti. Kun lähetin on asetustilassa, palaa lähettimessä oleva LED -valo yhtäjaksoisesti. Lähetin siirtyy päämäärää asetettaessa automaattisesti asetustilasta lähetystilaan, kun lähetin on saanut päämäärätiedot. Lähetystilassa lähettimessä oleva Led-valo vilkkuu, kun taas virransäästötilassa LED-valo ei pala ollenkaan.

5.4 Opastuksen reititysperiaate

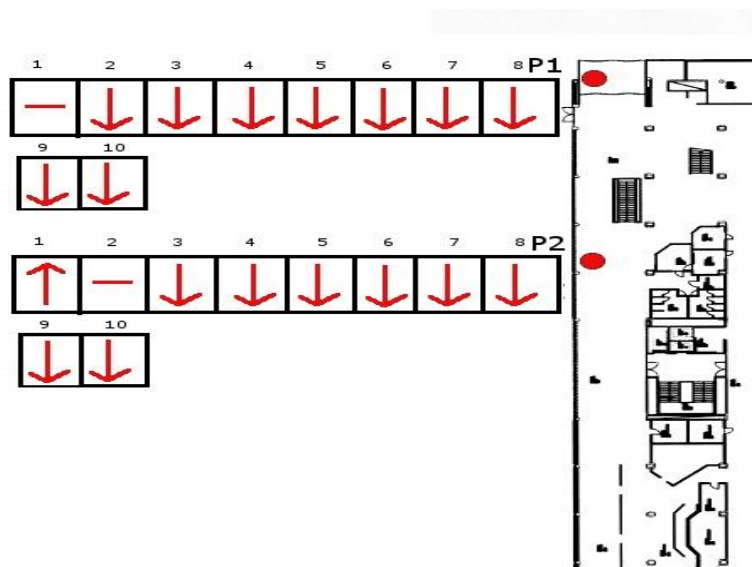
Opastusviestien oikean suunnan näyttämisen takaamiseksi täytyi luoda ensin, jokinlainen reititysperiaate kuinka järjestelmä reitittää kulkijaan sairaalassa oikeaan suuntaan. Reititysperiaate olisi voitu toteuttaa monella eri tavalla.

Aluksi ajateltiin toteuttaa opastusjärjestelmän reititys siten, että jokaisella opastuspisteellä olisi tieto muiden opastuspisteen sijainnista ja pisteiden välisistä yhteyksistä sekä etäisyyksistä. Opastettavan saapuessa paikalle opastuspiste olisi las-

kenut opastuspisteiden koordinaattien perusteella ns. Dijkstran algoritmia käyttäen kaikkien pisteiden väliset lyhimmat reitit ja laskenut samalla lyhimmän reitin päätepisteeseen. Suunta olisi saatu vektorilaskennan avulla. Tämä toteutustapa oli hyvä, mutta raskas ja suurimmaksi ongelmaksi muodostui mikro-ohjaimen muistin riittämättömyys. Tällä tavalla maksimi opastuspisteiden lukumäärä olisi ollut noin 25.

Toinen vaihtoehto, jota pohdittiin, on että opastuspisteen muistissa olisi kaikkien pisteiden väliset reitit. Tässäkin toteutuksessa oli huonot puolensa, koska ohjelman muokkauksesta tai päivityksestä olisi tullut todella vaikea urakka.

Kolmannessa toteutustavassa jokaisella opastuspisteellä on erikseen muistissa vain ns. suuntataulukko. Suuntataulukossa on suunta, mihin suuntaan kustakin opastuspisteestä täytyy siirtyä siirryttäessä jokaiseen muuhun opastuspisteeseen. Tämä tapa on hyvin yksinkertainen ja helppo toteuttaa, eikä kuormita liikaa mikro-ohjaimen muistia, joten tätä toteutustapaa pääteltiin käyttää. Kuva 9 havainnollistaa tätä toteutusta.



Kuva 9. Reititysperiaate

Kuvassa 9 näytetään kahden ensimmäisen pisteen toteutus. Piste yksi on rakennuksen sisääntulosta ja toinen pisteopastuspiste on neuvonnan paikkeilta.

Jokainen opastuspiste sisältää siis oman suuntataulukon. Se kertoo kuinka kuhunkin opastuspisteeseen päästään. Kuvan viereisessä suuntataulukossa olevat nuolet, kuvaavat tätä tapaa. Koska opastusreitissä on pitkä suora, niin suurin osa kuvassa olevista opastusnuolista osoittaa alaspäin.

5.4 Opastuspisteen ohjelmointi

Kun opastusperiaate on valmis, voidaan perehtyä enemmän opastuspisteen mikro-ohjaimen ohjelmaan. Liitteenä 1 on opastuspisteen SDL -tilakaavio ohjelmasta. Ohjelma on perusperiaatteeltaan aika yksikertainen.

Aivan ensiksi mikro-ohjaimen ohjelmassa alustetaan radiopiiri ja annetaan sille osoite, joka on sama kaikilla opastuspisteillä. RFID- lähetin lähettää päämäärä tietoa juuri tähän osoitteeseen. Radiopiirin alustuksen jälkeen alustetaan tietenkin alfanumeerinen LCD -näyttö, johon tulee tarkempi opastus sekä metrimäärä seuraavalle opastuspisteelle.

Alustusten jälkeen ohjelma jää ikuiseen silmukkaan, jossa ensiksi luetaan lähettimen osoite. Kun osoite on oikea, niin ohjelma tallentaa lähettimeltä tulevan käyttäjän koodin sekä päämäärän.

Tämän jälkeen ohjelmassa valitaan opastusnuolen suunta. Suuntanuoli koostuu kahdesta nuolen osasta, jotka ohjelma laskee opastuspisteen suuntataulukosta. Ohjelman suuntataulukko on toteutettu siten, että numero yksi tarkoittaa suuntaa ylöspäin, suunta numero kaksi oikealle, suunta numero 3 alaspäin ja suunta numero 4 vasemmalle. Esimerkiksi suuntataulukon piste {1,4} tarkoittaa nuolta ylöspäin kartan suuntaisesti sekä käännöstä vasemmalle.

Suunnan laskennan jälkeen tarkistetaan, onko lähetin päämäärässään. Jos on, ohjelma lähettää tiedon LCD- näytölle ja näyttää kaikkien nuolten suunnat samanaikaisesti. Jos taas ei olla vielä perillä, ohjelma lähettää tiedon opastusnuolille, jotka näyttävät suunnan. Myös LCD -näytölle tulee viesti, jossa kehoitetaan mene-

mään tiettyyn suuntaan sekä metrimäärä seuraavalle opastuspisteelle. Tämän sekvenssin jälkeen ohjelma palautuu taas odottamaan uutta viestiä, jota opastaa.

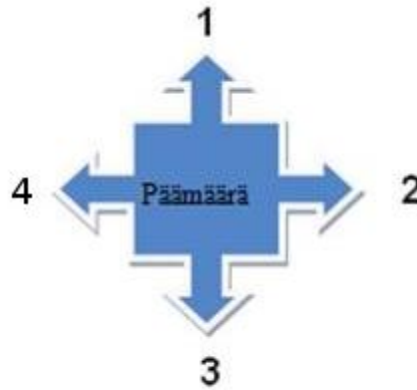
5.5 Lähettimen ohjelmointi

Kuten edellä on jo mainittu, RFID-lähetin toimii kolmessa toimintatilassa:

- virransäästötila
- asetustila
- lähetystila.

Virransäästötilassa lähetin ei tee mitään muuta kuin tarkistaa, että onko lähettimessä olevaa nappia painettu 10 sekunnin ajan.

Asetustilassa lähetin ottaa vastaan päämääräpaikan asetusympäristöltä tulevat päämäärätiedot prosessorin muistiin. Päämäärätietona ovat kohteen koordinaatit sekä linkkitieto, siitä kuinka pisteestä on yhteys seuraavaan pisteeseen. Seuraava kuva kertoo tästä tarkemmin. Tätä samaa merkintätapaa käytetään hyväksi kaikkialla järjestelmässä. Linkkitieto koostuu, kuten kuvasta 10 näkee neljästä suunnasta.



Kuva 10. Indeksien suunnat

Näiden lisäksi päämäärän asetusympäristöltä tulevat tietenkin pisteen indeksitieto eli monennesko piste on opastettavana, pisteen numero sekä pisteiden maksimimäärä.

Kun maksimimäärä pisteitä on tullut lähettimelle, siirtyy lähetin automaattisesti lähetystilaan. Lähetystilassa lähetin lähettää noin sekunnin välein tietoa opastuspisteille käyttäen samaa viestirakennetta kuin vastaanottaessa tietoa. Lähetin opastaa aluksi tietenkin ensiksi asetettuun pisteeseen.

Jos opastuspisteitä on ohjelmoitu maksimimäärä eli kaksi, tällöin lähetin lähettää niin kauan ensiksi asetuttua pistettä, kunnes opastettava on ensimmäisessä päämäärässään ja painaa lähettimessä olevaa nappia. Napin painallus muuttaa lähettimessä olevan pisteindeksin ykköseksi, jolloin opastuspäämäärä vaihtuu lennosta. Napin painallus ei toimi muissa pisteissä kuin päätepisteessä. Nappia painettaessa täytyy olla varovainen, että ei paina nappia 10 sekuntia pohjassa, muuten lähetin vaihtaa tilaansa ja menee virransäästötilaan. Kuten edellä jo mainittiin, päämääräpisteen ei tarvitse olla opastuspisteen kohdalla. Tällöin opastus opastaa lähimpänä päämäärää sijaitsevaan pisteeseen.

Jos päämääräpisteitä on kaksi ja ensimmäisen päämääräpisteen kohdalla ole opastuspistettä. Tämäkin ongelma on huomioitu siten, että päämäärää lähimpänä olevassa pisteessä opastettavan on painettava nappia, että kohteen indeksi muuttuu.

6 PROTOTYYPIN RAKENTAMINEN

6.1 Opastuspisteen piirilevyjen toteutus

Enää ei ollut jäljellä kuin itse järjestelmän prototyypin rakentaminen, joten seuraavassa kappaleessa kerrotaan, kuinka itse prototyyppi on rakennettu, lähtien piirilevyjen toteutuksesta.

Prototyypin opastuspisteiden piirilevyjen rakentamiseen oli kaksi vaihtoehtoa. Ensimmäinen oli, että piirilevyt rakennetaan piirilevyjyrsintä käyttäen. Toinen oli, että piirilevyt valmistetaan kemiallisesti käsin.

Jälkimmäinen vaihtoehto tuntui paremmalta, koska työn tekijällä ei ole paljon kokemusta jyrsimen käytöstä ja jyrsimen tuottama jälki ei aina ole optimaalinen. Käsin tekeminen on toisaalta raskaampaa, kun pitää porata reiät käsin.

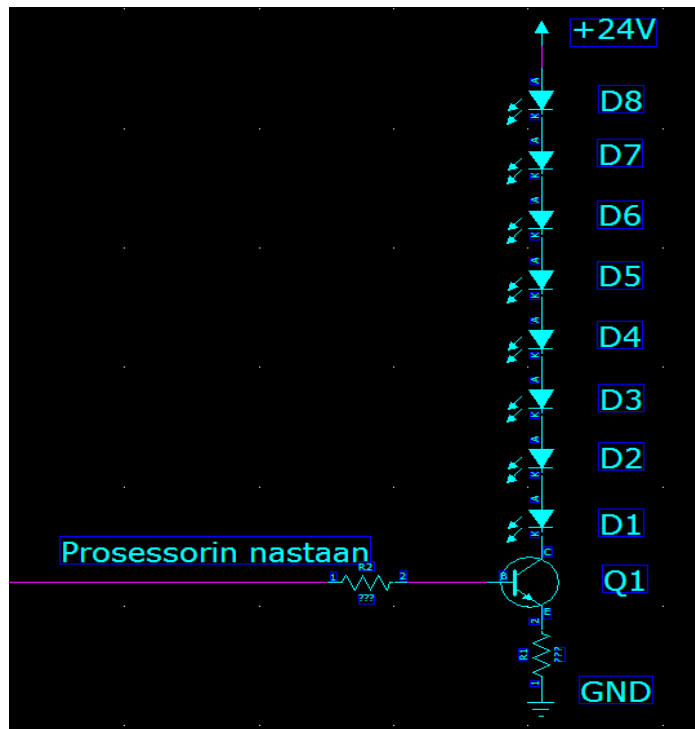
6.1.1 Opastusnuolten rakentaminen

Opastuspisteen piirilevyjen toteuttamisessa oli ensimmäinen ongelma saada opastuspisteen opastusnuolista tarpeeksi suuria kemiallisesti syövyttämällä tehtynä niin, ettei opastuspisteen tekoon kuluisi kohtuuttomasti aikaa. Tällöin päätettiin tehdä opastusnuolet piirilevyn osista, jotka kiinnitettäisiin liittimellä emolevyyn.

Toinen ongelma oli se, kuinka LED- nuolet toteutetaan. Ensimmäiseksi ajateltiin toteuttaa LED-nuolet käyttäen erityistä LED- ajuripiiriä. LED- ajuripiirin avulla prosessori voisi ohjata montaa lediä kerrallaan. Etuna tässä toteutus tavassa oli, että sen kommunikointi I2C- väylää käyttäen olisi vienyt vain kaksi pinniä mikro-ohjaimelta. Se olisi merkinnyt emolevyn johdotuksen helpottumista.

Valojen ohjaus päätettiin kuitenkin toteuttaa transistorin avulla, joka toimii kytkennässä kytkimenä. Mikro-ohjaimen pinnistä tulee valonohjaus suoraan transistoriin,

joka kytkee pinnin jännitteen mukaan ledi valot päälle tai pois. Yksi transistori ohjaa aina kahdeksaa lediä kerrallaan. Jokainen nuolen viivan osa ja kärki on siis tehty kahdeksaa lediä käyttäen. Mikro-ohjaimen pinnit riittivät juuri ja juuri tähän toteutustapaan. Tämän toteutuksen etuna oli, että tällöin mikro-ohjaimen ohjelmasta saatiin hyvin yksikertainen ja opastusnuolista tuli samalla todella varmatoimisia.



Kuva 11. Opastusnuolten kytkentä

6.1.2 Emolevyn piirilevyn suunnittelu

Kuten edellä mainittiin, nuoliohjaus rakennettiin suoralla ohjauksella emolevyn mikro-ohjaimesta. Muita emolevyn tarvittavia liitännöitä olivat radiopiirin sekä alfa-numeerinen LCD- näytön liitäntä.

Radiopiirinä emolevyssä käytettiin Seinäjoen ammattikorkeakoulussa opetuskäytössä olevaa nRF24L01-radiopiirimoduulia, joka kiinnitetään emolevyyn.

Alfanumeeriselle LCD- näytölle on myös oma liitäntänsä. Näyttö on taustavalaistu Desitronin valmistama suurehko alfanumeerinen näyttö. Emolevy on suunniteltu siten, että näyttö toimii 4-bittisessä tilassa, jolloin näytön kirjoitus- ja lukuoperaatiot tapahtuvat neljällä pinnillä. Tähän päädyttiin, koska haluttiin säästää mikro-ohjaimen pinnejä muille liitännöille.

Näytön kontrastivalo ei aluksi toiminut, joka johtui siitä että näyttö tarvitsi -5 voltin jännitteen. Täten jouduttiin tekemään lisäpalikka näytön ja emolevyn väliin, joka muunsi 5 voltin jännitteen negatiiviseksi.

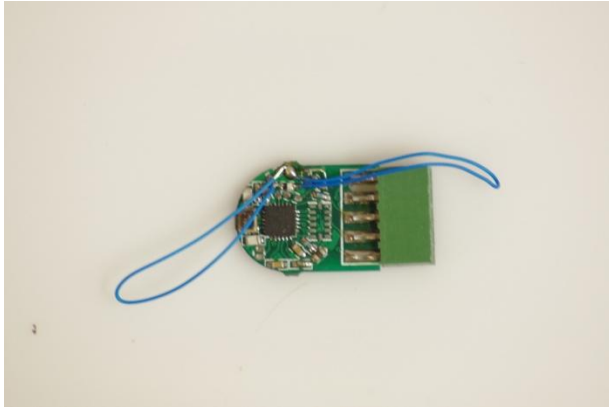
Muuten emolevyn piirilevy toteutettiin yksipuolisena piirilevynä, johon on lisätty pari hyppylankaa. Yksipuolisessa piirilevyssä on etuna, että sen valmistus kemiallisesti syövyttämällä on tällöin helpompaa.

Lopuksi koko opastuspiste täytyi vielä koteloida muovisella kotelolla. Opastusnuolten ledit ovat aika kirkkaat, joten niiden eteen päätettiin laittaa maidon värisen vaalean muovisen opaaliakryyli pleksin, joka samalla hajottaa hieman ledien valoa.

Liitteessä 2 nähdään valmis opastuspiste täydessä toiminnassa. Yläpuolella on nuoliopastus ja alapuolen LCD- näytöllä on tarkempi opastus. LCD- näytöllä näkyy ensin käyttäjän koodinumero, jonka opastettava on saanut neuvonnasta päämäärän asetuksen yhteydessä. Tästä opastettava tietää, että viesti on juuri hänelle. Näytöllä on myös kohde mihin opastettava on menossa. Tässä tapauksessa Hissit on kohteena. Tämän lisäksi opastusviesti kertoo sekä suunnan tekstinä että metrimäärän seuraavalle opastuspisteelle.

6.2 Lähettimen suunnittelu

Myös lähettimelle piti tehdä oma piirilevy, koska Seinäjoen ammattikorkeakoulun opetuskäyttöön soveltuvassa radiopiirimoduulissa ei ole ollenkaan virransyöttöä. Lähetin täytyi myös saada sopimaan muoviseen rasiaan, jolloin sitä on helpompi kuljettaa mukana.



Kuva 12. Radiopiirimoduuli

Ensiksi moduulille laitettiin 3 voltin litteä ladattava akkuparisto, jota lataamaan laitettiin pieni aurinkopaneeli. Tällöin paristoa ei olisi tarvinnut aina ladata erikseen. Tämä toteutus ei kuitenkaan toiminut, koska aurinkopaneelin latausjännite ei kasvanut tarpeeksi suureksi, että se olisi ladannut akkuparistoa. Tämän jälkeen päätettiin tyytyä käyttämään vain tavallista 3 voltin paristoa, jonka avulla järjestelmään voitaisiin esitellä.



Kuva 13. RFID-lähetin

Lähettimelle asennettiin myös yksi nappi ja LED-valo. Nolla-aktiivista nappia käytetään järjestelmässä lähettimen tilan muuttamiseen ja päämäärän vaihtamiseen. LED-valo on vain merkkivalona käyttäjälle, missä tilassa lähetin kunakin hetkenä

on. Muuten piirilevy on aika yksikertainen kytkennältään ja siinä on liitin radiopiiri-moduulille.

7 TULOKSET

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja rakentaa RFID-tekniikkaa käyttäen langaton opastusjärjestelmä. Työn tavoitteet saatiin täytettyä ja tuloksena saatiin toimiva opastusjärjestelmä sairaalan käyttöön. Työ saatiin valmiiksi, vaikka matkalla olikin monenlaista ongelmaa ja näistä johtuen jouduin pariin otteeseen siirtämään työn valmistumista eteenpäin. Järjestelmä saatiin kuitenkin valmiiksi ja ennen kaikkea olen ylpeä, että järjestelmästä saatiin aika helppokäyttöinen, kuten alun perin oli tarkoitus. Ainoa käyttäjien kannalta vaikeampi asia on RFID- lähettimen ohjelmointi, mutta sekin onnistuu, kun perehtyy asiaan.

Koska järjestelmää ei ennestään ollut paljoa valmiina, jouduttiin opastusjärjestelmä suunnittelemaan melkein alusta. Ainoat valmiit moduulit olivat RF -moduulit sekä niiden ohjelmointikirjastot, joita työssä käytettiin.

Työ sisälsi monipuolisesti elektroniikan suunnittelua, niin ohjelmointia kuin itse rakentamista. Työ oli opettavaista juuri monipuolisuuden vuoksi.

Työn kannalta haastavin vaihe oli itse opastuspisteiden rakentaminen. Opastuspisteet suunniteltiin ja rakennettiin alusta lähtien käsin, mikä oli todella aikaa vievää. Vaikka opastuspisteiden määrä rajattiin, niin ettei se rasittaisi liikaa itse opinnäytetyöstä, kuormitti lähinnä opastuspisteiden rautapuolen vikojen selvittäminen. Tästä johtuen jouduin rakentamaan kaksi ylimääräistä opastuspistettä lisää prosessorin pinnien oikosuluista johtuen. Itse opastusperiaatteen suunnittelu oli myös aikaa vievää työtä, sillä opastuspisteen ohjelmassa täytyi olla jokin logiikka, kuinka nuolet kunakin hetkenä näyttää opastuksen oikein.

Muita vaativia osia työssä olivat ohjelmointiympäristön toteutus ja suunnittelu sekä näytön liittäminen järjestelmään.

Itse opastus toimii järjestelmässä, niin kuin alun perin suunnittelin. Jopa kahden päätepisteen opastus toimii, painamalla välissä lähettimessä olevaa nappia. Myös

alussa epäilemäni opastuspisteen ja lähettimen lukuetaisyys oli yllätys, sillä opastuspisteet lukevat lähettimen viestit jopa 15 metrin päästä.

Ainoa järjestelmää vaivaava ongelma on se, jonka huomasin testauksen aikana, kun opastuspisteet ovat monta päivää kytkettyinä sähköverkkoon, tämän seurauksena joidenkin opastuspisteiden viesti ja nuolet eivät toimineet, kun taas tulin parin päivän päästä testaamaan järjestelmää. Sain ne toimimaan uudestaan ottamalla virrat pois hetkeksi opastuspisteestä. Syytä tähän ongelmaan en ehtinyt löytämään.

Myös muita pikkuvikoja opastuspisteissä oli, mutta niistä selvittiin kuitenkin vain testaamalla piste uudelleen.

7.1 Testauksen tulokset

Opinnäytetyössä oli myös tarkoitus tutkia eri-ikäisten ihmisten suhtautumista rakennettuun opastusjärjestelmään. Testiryhmä olisi testannut opastusjärjestelmää ja vastannut kyselykaavakkeen avulla liitteenä 3 oleviin kysymyksiin. Testaus kyllä suoritetaan, mutta tulokset eivät vielä olleet saatavilla tätä kirjoitettaessa. Tulokset tulen liittämään liitteenä aivan loppuksi opinnäytetyöni perään.

7.2 Jatkokehitys

Vaikka opastusjärjestelmä on valmis, on siinä vielä paljon jatkokehittämismahdollisuuksia. Jotta järjestelmä toimisi esimerkiksi kaupallisena tuotteena, pitäisi mielestäni opastuspisteiden olla suurempia ja niiden sijoitteluun pitäisi panostaa lisää.

Suuremmilla opastuspisteillä saataisiin ehkä uutta informaatiota, esimerkiksi kartan avulla, jolloin opastettava aina tietäisi missä minäkin hetkenä on. Tämä vaatisi kuitenkin ainakin VGA-tasoisien näytön sijoittamista käytävän varsille. Samalla kysymykseen tulee kustannukselliset asiat. Opastuspisteet eivät tietenkään saisi olla hirveän kalliita, kun niitä pitää sijoitella sairaalan aika tiuhaan.

Myös opastuspisteiden sijoitteluun pitää kiinnittää huomiota. Nyt opastuspisteet ovat käytävien varsilla, mutta helposti jokin opastuspiste (ehkä niiden pienuudesta johtuen) jää opastettavalta huomaamatta, kun hän etenee sairaalassa. Nuolten suuntien hahmottamisessa on myös ongelmaa, kun on vaikea osoittaa nuolella viesti ”suoraan ja oikealle” riippuen, mistä suunnasta on tulossa ja millä seinällä opastuspiste on. Yksi vaihtoehto olisi, että opastusnuolet sijoitettaisiin jotenkin lattiatasoon, jolloin välttyttäisiin nuolten väärinymmärryksiltä.

Peruseriaatteiltaan järjestelmä toimii, mutta kaupalliseksi tuotteeksi se ei vielä ole oikein valmis. Tutkin jo olemassa olevia vastaavia järjestelmiä, niin niissä oli lähes poikkeuksetta reaali-aikainen opastettavan seurantajärjestelmä, mikä järjestelmästäni puuttuu.

Verrattaessa kuitenkin langatonta opastusjärjestelmään muihin opastusmuotoihin on tällaisella järjestelmällä kuitenkin tilausta, sairaalassa varsinkin uudella Y-talon puolella tulee sairaalalla olemaan suuria haasteita juuri opastuksen saralla.

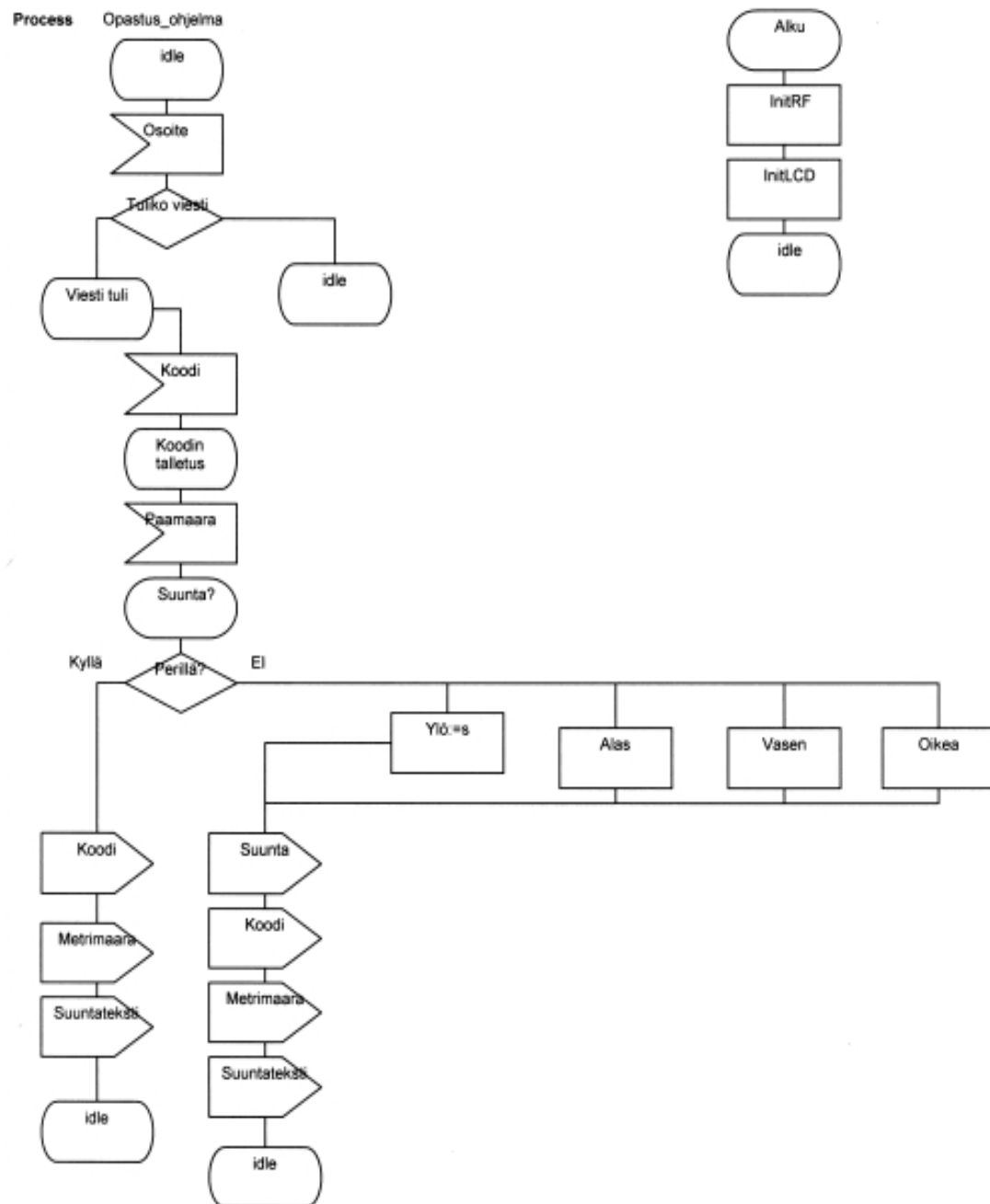
Nuoret ihmiset oppisivat tällaisen järjestelmän käytön helposti, mutta ikäihmisten kynnys käyttää järjestelmään on ehkä jo huomattavasti suurempi. Tekemällä järjestelmästä helppokäyttöinen saadaan kuitenkin myös ikäihmisten suhtautumista, mihin tahansa järjestelmään muutettua.

LÄHTEET

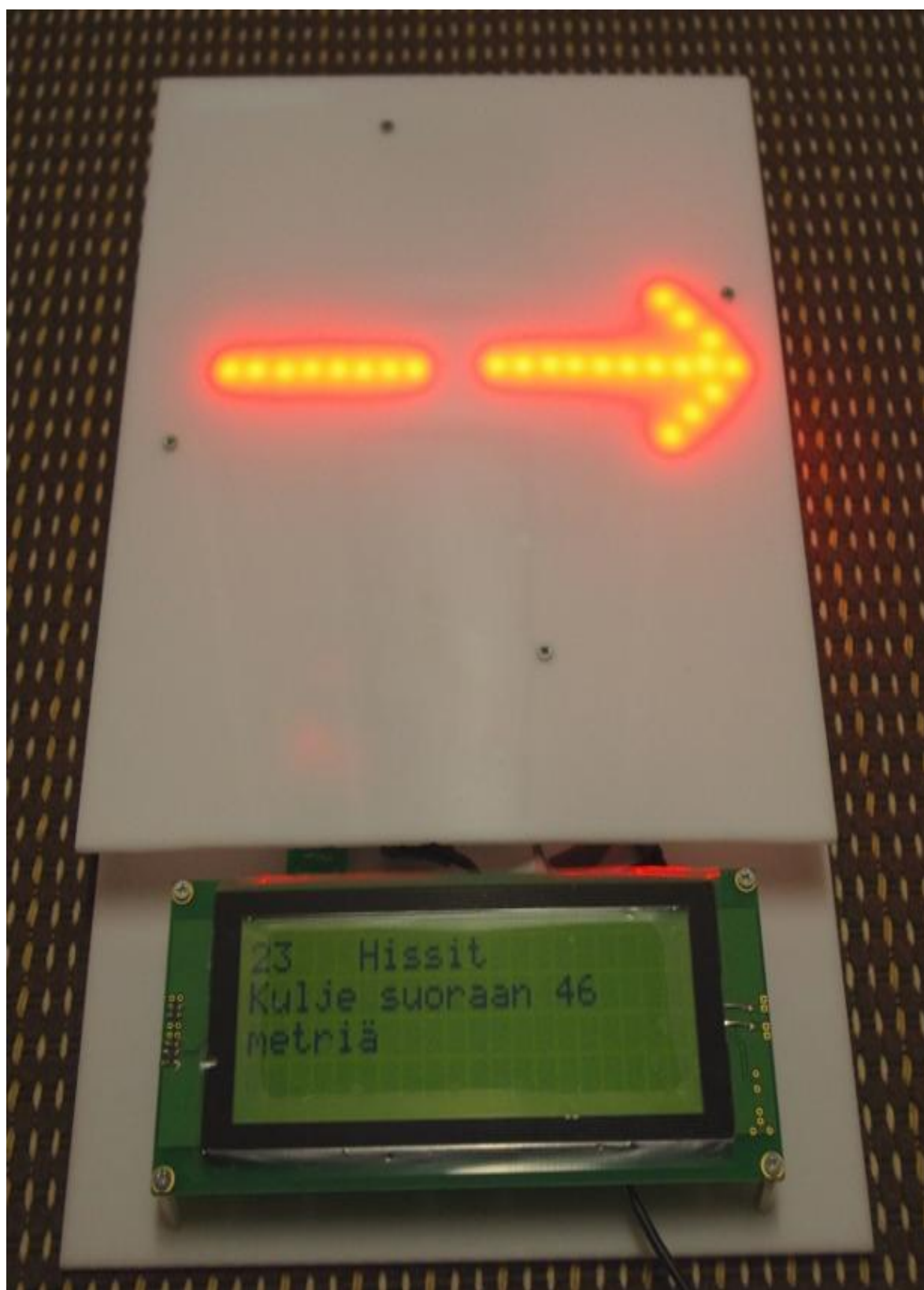
- Atmel Corporation. 2009. ATmega16U4/32U4 Preliminary. [PDF-julkaisu]. USA: San Jose. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: http://www.atmel.com/dyn/resources/prod_documents/doc7766.pdf
- EngineersGarage. 2011. AVR-microcontrollers. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.2.2011]. Saatavana: <http://www.engineersgarage.com/articles/avr-microcontroller>
- Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. 2011. Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: <http://www.epshp.fi/yleisesittely/index.asp>.
- Granlund K. 2001. Langaton tiedonsiirto. WS Bookwell. Helsinki.
- Juutilainen M. 2007. Radiotekniikan perusteet. [PDF-julkaisu]. Suomi: Helsinki. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: <http://www2.it.lut.fi/kurssit/06-07/Ti5312600/luentokalvot/luento03.pdf>
- Kiinteistö Oy Seinäjoen Y-talo. 2011. Sähkömagneettinen säteily. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: <http://www.y-talo.fi/index.html>
- Korpela.J. 2006. Sähkömagneettinen spektri. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana:<http://www.cs.tut.fi/~jkorpela/smag.html>.
- Nordic Semiconductor. 2011a. nRF24L01+. [Pdf-julkaisu]. Norway: Trondheim. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: http://www.nordicsemi.com/files/Product/data_sheet/nRF24L01_Product_Specification_v2_0.pdf.
- Nordic Semiconductor. 2011b. nRF24LE1. [Pdf-julkaisu]. Norway: Trondheim. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: http://www.nordicsemi.com/files/Product/data_sheet/nRF24LE1_Product_Specification_rev1_6.pdf
- Pitkänen E. 2009. Langaton tiedonsiirto. [Pdf-julkaisu]. Suomi: Helsinki. [Viitattu 1.3.2011]. Saatavana: <http://www.ele.tut.fi/teaching/ele-3350/langaton.pdf>
- RFIDLab Finland Oy. 2011.RFID-tietoutta. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: <http://www.rfidlab.fi/rfid-tietoutta>
- Sähkömagneettinen säteily. 2011. Sähkömagneettinen säteily. [Verkkosivu]. [Viitattu 31.1.2011]. Saatavana: <http://www.astro.utu.fi/zubi/radiat/elmag.htm>

LIITTEET

LIITE 1: Opastuspisteen SDL-tilakaavio.



LIITE 2: Opastuspiste toiminnassa.



HospiCaseY-langaton opastusjärjestelmä:

Ikä

Testasitko HospiCaseY-opastusjärjestelmää? ☐ Kyllä ☐ Ei

Löysitkö perille opastusjärjestelmän avulla?

☐ Todella hyvin ☐ Hyvin ☐ Huonosti ☐ Todella huonosti

Oliko opastusjärjestelmää helppo käyttää?

☐ Todella helppoa ☐ Helppoa ☐ Vaikeata ☐ Todella vaikeata

Jos oli vaikeata niin miksi?

Oliko opastuspisteiden löytäminen helppoa?

☐ Todella helppoa ☐ Helppoa ☐ Vaikeata ☐ Todella vaikeata

Jos oli vaikeata niin miksi?

Oliko opastusviestit ja -nuolet havainnollistavia ?

☐ Kyllä ☐ Ei

Mitä olisi parannettavaa?

Olisiko tälläinen järjestelmä toimiva sairaalassa ?

☐ Kyllä ☐ Ei

Jos ei niin miksi ei ?

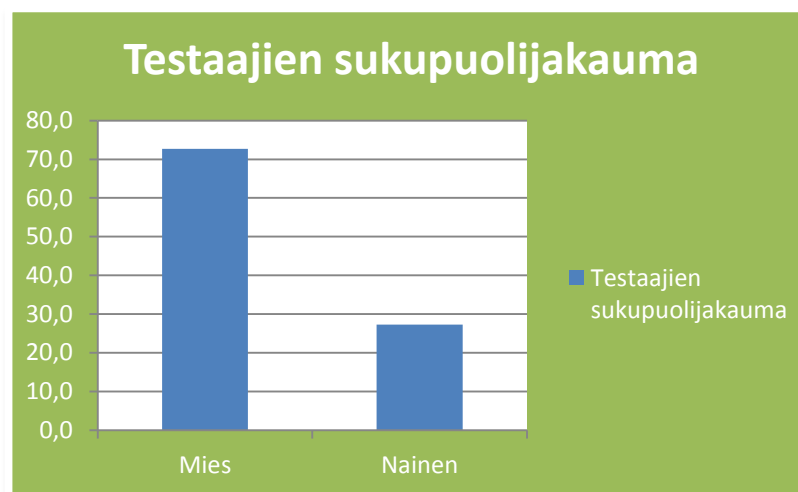
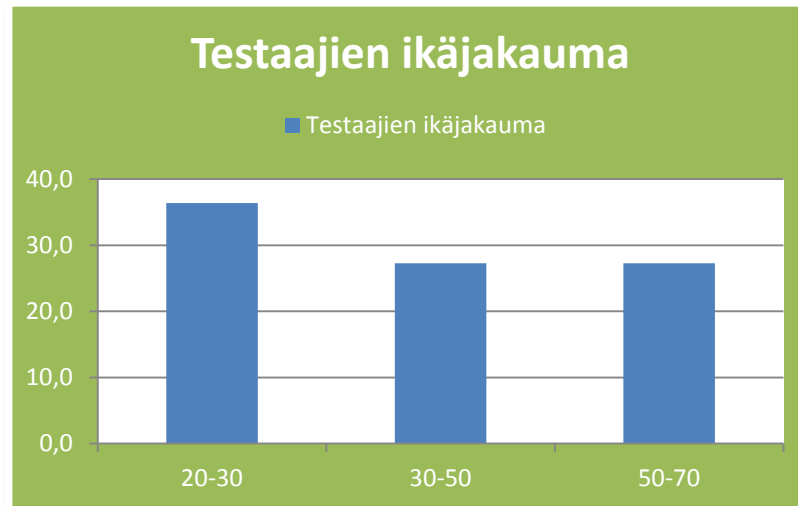
Käyttäisitkö itse tällaista järjestelmää sairaalassa ?

☐ Kyllä ☐ Ei

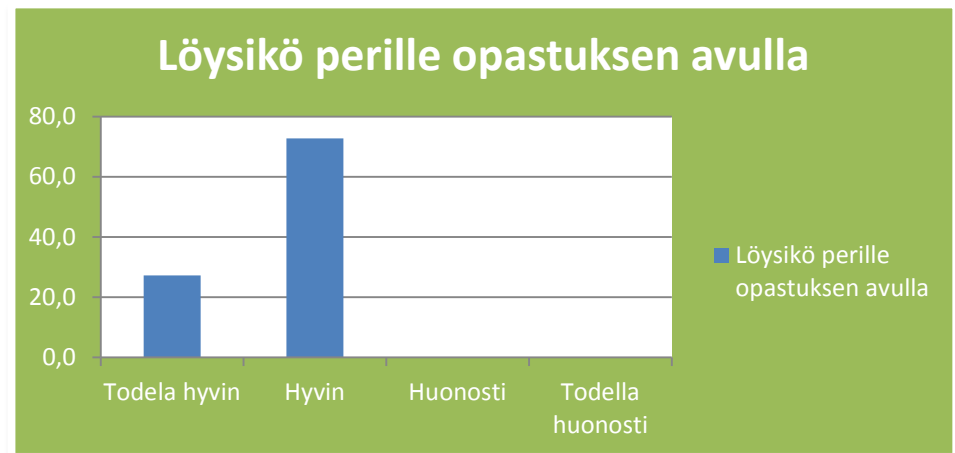
Jos et niin miksi et käyttäisi ?

LIITE 4: Tulokset

Testaajien tiedot:



Testaajien kokemukset järjestelmästä:



Testaajat löysivät perille hyvin opastusjärjestelmän avulla.



Myös testaajien käyttökokemukset olivat positiivisia. Ainoa häiritsevä asia testauksen aikana oli opastuspisteiden ohjelmassa oleva bugi, jonka seurauksena opastusviestit eivät toimineet joissain pisteissä useamman opastettavan saapuessa paikalle.

Komenteja : ”Järjestelmän toimintavarmuudessa vielä parannettavaa”



Opastuspisteiden löytäminen oli testaajilta pääasiassa helppoa, mutta myös käytävän sivuseinillä olevat pisteet jäivät joiltain huomaamatta.

Komenteja ”Näyttöjen pitäisi olla suoraan edessä, ei sivuilla”



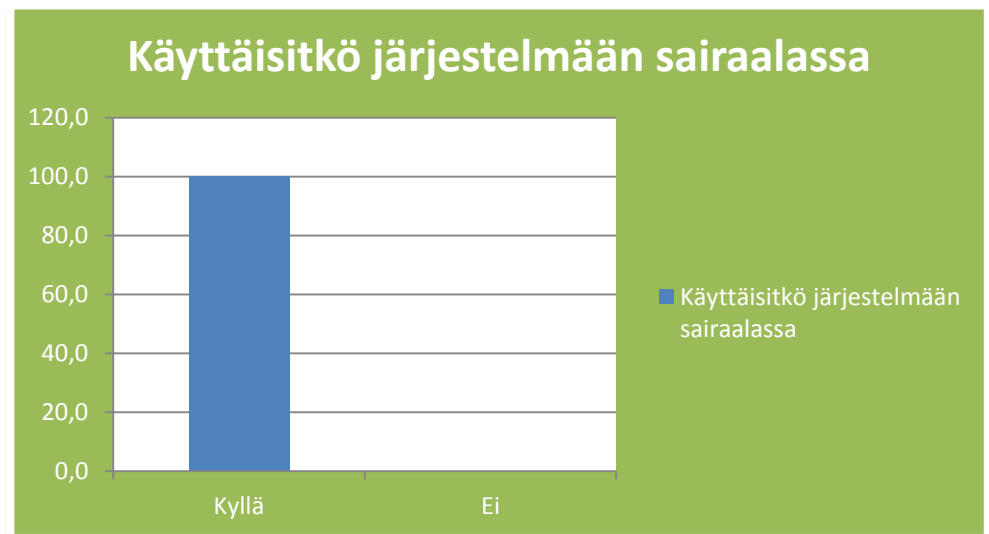
Opastusviestit olivat myös testaajien mielestä hyvin havainnollistavia, mutta isommassa aulassa pisteiden sijoitteluun täytyisi panostaa. Myös taulujen koko herätti kysymyksiä.

Komenteja: ”Viestit olivat vähän pienellä, nuolet näkyivät hyvin ”



Järjestelmän toimivuus sairaalaympäristöön oli testaajien mielestä selkeä.

Komenttejä: ”Kyllä ,jos näyttötaulut olisivat isompia ja järjestelmä toimisi moitteetomasti useammalla lähettimellä”



Testaajat kaikki käyttäisivät tällaista opastusjärjestelmää sairaalassa.

